Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 1, Apr. May. 2017, p. 202- 213

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۳،شماره۱، فروردین-اردیبهشت ۱۳۹۶ ص.۲۱۳-۲۰۲

کوتاه پژوهشی

بررسی تاثیر نگهداری سرد ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) برخصوصیات کیفی سوریمی تولیدی

بهاره شعبان‌پور[1*]، منصوره نی‌ریزی[2]، زینب نوری هاشم آباد[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۵

چکیده

در این پژوهش، تغییرات میکروبی، شیمیایی و حسی سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ نگهداری شده در یخ به مدّت ۱۶ روز مورد بررسی قرار گرفت. میزان شاخص بازهای ازته فرار، تیوباربیتوریک اسید، رطوبت تحت فشار، حلالیت پروتئین، سفیدی، قابلیت تا شدن، pH و بـار میکروبـی (بـار باکتریایی کل و سرمادوست) سوریمی اندازه‌گیری شد. آنالیزهای حسی با ارزیابی پارامترهای طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی نمونه‌های سـوریمی انجـام گرفت. این آزمایش‌ها در یک دوره زمانی ۱۶ روزه در فواصل روزهای ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ انجام شد. بر اساس نتایج بدست آمده میزان بازهای ازته فرار از ۱۳/۰۶ در روز صفر به ۲۹/۸ میلی‌گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم نمونه، تیوباربیتوریک اسید از ۳۹/به ۹۶/ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم نمونه، رطوبت تحت فشار از ۱۲/۱۸ به ۳۰/۴۹ درصد، pH از ۷/۰۶ به ۷/۴۱، بار باکتریایی کل از ۴/۰۵ به log cfu/g ۹/۱ و بار باکتریایی سرمادوست از ۳/۷۵ به log cfu/g ۸/۶۴ در روز ۱۶ نگهداری رسید. میزان حلالیت پروتئین و سفیدی طی مدّت نگهداری بطور معنی‌داری دارای روند نزولـی بـود و بـه ترتیـب از ۹۳/۲۱ درصد و ۸۴/۴ در روز صفر به ۶۷/۷۵ درصد و ۷۳/۶ در روز ۱۶ نگهداری کاهش یافت و قابلیت تا شدن از امتیاز AA در روز صفر نگهداری بـه امتیاز C در آخرین روز نگهداری رسید. بر اساس نتایج آزمون‌های میکروبی و حسی ماهی فیتوفاگ از روز ۱۲ نگهداری به بعد کیفیت خود را از نظر تولید سوریمی مناسب از دست داده بود.

واژه‌های کلیدی: سوریمی، فیتوفاگ، نگهداری در یخ، ماندگاری

مقدمه

آبزیان به‌عنوان غذای سالم به دلیل برخورداری از پـروتئین بـالا (۱۱ تا ۲۴ درصد) با قابلیت هضم ۹۶٪ از اهمیـت بسـزایی در جیـره غذایی مردم جهان برخوردارند (عادلی، ۱۳۸۶). ماهی فیتوفاگ با نـام علمی (*Hypophthalmichtys molitrix*) از مهم‌ترین گونه‌های آب شیرین است که به علّت هزینه تولید پایین آن، رشد سریع و مقاومت در برابر بیماری و استرس به میزان زیادی در سیسـتم پـرورش تـوأم ماهیان پـرورش مـی‌یابـد (Siddaiah *et al*., 2001; Luo *et al*., 2008). این ماهی جزء ماهیان سفید گوشت است، که با میزان چربی کم، رنگ و حالت ارتجاعی مناسب در گوشـت، از پتانسـیل ویـژه‌ای جهت تولید محصولات مختلف شیلاتی برخوردار اسـت (Sheviklo, 1997). امّا این ماهی در رقابت با ماهیان خوش‌خوراک‌تر، بـه دلیـل وجـود اسـتخوان‌هـای زیـاد در قسـمت خـوراکی (Barrera *et al*., 2002)، ماهی کم‌مصرفی محسوب می‌گردد، بنابراین تولید فرآورده‌های متنوع از این ماهی برای ترویج مصرف آن ضروری به نظر می‌رسد، سوریمی[2] یکی از روش‌هایی اسـت کـه امـروزه بـرای افـزایش مصرف ماهیانی چون فیتوفاگ پیشنهاد می‌گردد (شعبانپور و همکاران، ۱۳۸۶). سوریمی اصطلاح ژاپنی است و به گوشت چرخ شده و شسته شده‌ی ماهی که کنسانتره‌ی پروتئین‌های میوفیبریل است گفته می‌شود، این شستشو منجر به خروج بسیاری از مواد محلول در آن می‌شود (Sultanbawa & Li- chan, 1998). تازگی و کیفیـت اوّلیـه ماهی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت سوریمی است (Phatcharat *et al*., 2006). درجه حرارت پایین نگهداری، بخصوص نگهداری در یخ، یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای سردسازی و حفظ کیفیت ماهی است (Benjakul *et al*., 2002)، اگرچه تغییرات شیمیایی، میکروبی

۱، ۲ و ۳- استاد، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
(* - نویسنده مسئول: Email: b_shabanpour@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.40216

2 Surimi

و فیزیکی در هنگام نگهداری در یخ بطور کامل متوقف نمی‌شوند (Riebroy *et al*., 2007 ; Benjakul *et al*., 2003). هدف از این تحقیق بررسی حداکثر طول مدّت نگهداری ماهی فیتوفاگ در یخ برای تولید سوریمی با کیفیت مطلوب و اثر طول دوره نگهداری بر روی کیفیت سوریمی تهیه شده از این ماهی در هنگام نگهداری در یخ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

۲۵ کیلوگرم ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) بصورت تازه از بازارچه ماهی گرگان خریداری شد و پس از قرار گرفتن در جعبه‌های یونولیت حاوی یخ پودر شده، در فاصله زمانی ۱۵ دقیقه به آزمایشگاه فرآوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که محل انجام پژوهش بود، منتقل گردید. سپس ماهیان در فواصل زمانی ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز پس از فرآیند آماده‌سازی اولیه تبدیل به سوریمی شدند و مورد ارزیابی‌های میکروبی (بار باکتریایی کل و بار باکتریایی سرمادوست)، شیمیایی و حسی قرار گرفتند.

روش تهیه سوریمی

برای تولید سوریمی ابتدا ماهیان بطور کامل با آب سرد شستشو گردیدند. سپس بصورت دستی، عمل سرزنی و تخلیه امعاء و احشاء صورت پذیرفت. ماهیان سرزده و شکم خالی مجدداً شستشو گردیدند و به دستگاه استخوان‌گیر[1] انتقال داده شدند. عمل استخوان‌گیری در این دستگاه به شکلی انجام شد که کلیه استخوان‌های ستون مهره‌ها و دنده‌ها و پوست ماهی جداسازی شده و گوشت چرخ شده خالص بدون استخوان و پوست فراهم شد. مقادیر مناسبی از گوشت چرخ شده ماهی با نسبت گوشت به آب ۳:۱ درون یک ظرف شستشو ریخته و فرآیند شستشو ۴ بار و هر مرتبه به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد و در تمام مدت زمان شستشو دمای آب مورد استفاده به دلیل استفاده از یخ زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد بوده و عمل بهم‌زدن بدون وقفه صورت گرفت. در دو مرحله آخر شستشو برای آبگیری بهتر و آسان‌تر گوشت از ۰/۳ درصد نمک طعام استفاده و عمل آب‌گیری از مخلوط با تنظیف ۲ لایه بصورت دستی انجام شد (شعبانپور و همکاران، ۱۳۸۶).

آزمایش‌های شیمیایی

این آزمون‌ها در آزمایشگاه شیمی واقع در دانشکده شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. شاخص تیوباربیتوریک اسید به روش Siripatrawa و Noipha (۲۰۱۲)، بازهای ازته فرار به روش Goulas و Kontominas (۲۰۰۵)، مقادیر حلالیت پروتئین و رطوبت تحت فشار به روش Rawdkuen و همکاران (2009)، pH به روش Suvanich و همکاران (۲۰۰۰) و مقادیر سفیدی به روش Kristinsson و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مدل Lovibond CAMsystem500 model محاسبه و تعیین شد.

اندازه‌گیری خاصیت تولید ژل

آماده‌سازی ژل

۱۰۰ گرم نمونه سوریمی با ۳٪ وزنی نمک خرد گردید (شعبانپور و همکاران، ۱۳۸۵). خمیر تولیدی پس از هواگیری دستی به پوشش سوسیس ۵ لایه پلی‌آمیدی با قطر ۲۵ میلی‌متر انتقال داده شد (Lanier, 1992). نمونه تهیه شده به مدت ۴۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد، در بن ماری پخته شده و پس از اتمام پخت سریعاً با تعلیق در آب سرد، سرد شده و سپس در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای انجام آزمایش‌های بعدی نگهداری شد (Jafarpour & Gorczyca, 2008).

ارزیابی ژل

ژل‌های تولیدی از یخچال خارج و قبل از ارزیابی برای رسیدن به دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند. آزمایش قابلیت تا شدن ژل به روش استاندارد ژاپنی انجام گرفت (Lanier, 1992). شش قطعه ژل با ضخامت ۳ تهیه گردید و مورد آزمون قرار گرفت. نمونه‌های سوریمی در صورت دو بار تا شدن بدون هیچ‌گونه ترک یا شکستگی کیفیت AA با امتیاز ۵، یکبار تا شدن کیفیت A با امتیاز ۴، شکسته شدن تدریجی ژل پس از تا شدن کیفیت B با امتیاز ۳، شکسته شدن ژل به دو قسمت کیفیت C با امتیاز ۲ و خرد شدن ژل با فشار انگشتان بدون تا کردن کیفیت D با امتیاز ۱ را به خود اختصاص دادند.

آزمون میکروبی نمونه‌ها

بار باکتریایی نمونه‌ها با هموژن کردن ۱۰ گرم نمونه در ۹۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۹درصد کلرید سدیم در شرایط استریل آغاز شد. از این محلول جهت تهیه رقت‌های متوالی استفاده شد. کشت باکتریایی مورد نظر با ریختن میزان مشخصی از نسبت‌های بدست آمده در پلیت‌های یکبار مصرف استریل و ریختن محیط کشت آگار بر آن صورت گرفت. برای شمارش کلنی‌های باکتریایی کل پلیت‌های تهیه شده به مدت ۲ روز در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد و برای باکتری‌های سرمادوست به مدت ۷ روز در ۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

---
1 Spamatic Deboner model

شمارش کلنی‌ها بر مبنای $\log_{10}$ cfu/g بیان گردید (Sallam, 2007).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای ارزیابی پارامترهای کیفی شامل رنگ، بو، طعم و پذیرش کلی نمونه‌ها از مقیاس هدونیک (با اندکی تغییر) استفاده شد. به‌منظور انجام آزمایشات از یک گروه پانل متشکل از ۱۰ نفر استفاده گردید و نحوه بررسی نمونه‌ها به آن‌ها آموزش داده شد. نمونه‌ها ابتدا توسط اعضای پانل، از نظر بو و رنگ مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند و سپس طعم همان نمونه‌ها، پس از پخت در دستگاه بخارپز خانگی[1]، توسط همان گروه بررسی شد (شعبانپور و همکاران، ۱۳۸۶). سطوح کیفی مورد استفاده شامل خیلی خوب با امتیاز ۷، خوب با امتیاز ۵، قابل قبول با امتیاز ۳، بد با امتیاز ۱ و بسیار بد با امتیاز ۰ بوده است (شعبانپور و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج حاصله با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه به کمک نرم‌افزار SPSS 16 تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام گرفت. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل صورت پذیرفت. برای داده‌های بدست آمده از ارزیابی حسی از Mann-Withney U test آزمون غیرپارامتریک استفاده شد.

نتایج و بحث

یکی از خواص کاربردی پروتئین‌های میوفیبریل حلالیت در آب نمک است. دناتوره شدن یا تغییر ماهیت پروتئینی سبب کاهش و از بین‌رفتن این خاصیت می‌شود. سنجش میزان حلالیت پروتئین‌های محلول در نمک یک شاخص مناسب برای اندازه‌گیری میزان دناتوره شدن پروتئین‌ها در طی مدّت نگهداری می‌باشد (Benjakul *et al*., 2002). درتحقیق حاضر نتایج نشان داد که میزان حلالیت پروتئین-های محلول در نمک، کاهش معنی‌داری در طول دوره نگهداری داشته است، زیرا در هنگام نگهداری در سرما تشکیل کریستال‌های یخ، غلظت املاح معدنی در سلول‌های عضلانی افزایش می‌یابد. این افزایش که با تغییر pH و تغییر قدرت یونی همراه است سبب می‌شود تا پروتئین‌ها تفکیک شده و تغییر ماهیت دهند (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰) و در نتیجه حلالیت پروتئین‌ها کاهش می‌یابد. در تحقیق انجام شده بر روی سوریمی گربه ماهی کانالی نگهداری شده در یخچال نیز نتایج نشان داده است که میزان حلالیت پروتئین در طول دوره نگهداری کاهش یافته است (Suvanich *et al*., 2000).

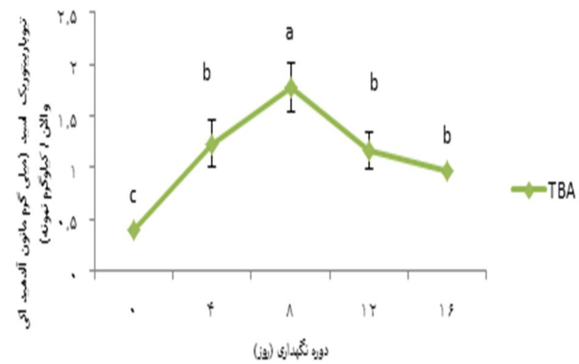
در مطالعه حاضر شاخص‌های شیمیایی، میکروبی و حسی سوریمی ماهی فیتوفاگ نگهداری شده در یخ به مدّت ۱۶ روز بطور قابل ملاحظه‌ای تغییر یافت که حاکی از افت کیفیت محصول بویژه میزان حلالیت پروتئین سوریمی ماهی فیتوفاگ با افزایش مدت در اثر فرآیندهای اکسیداتیو است. مواد اولیه اکسیداسیون (هیدروپراکسیدها) ناپایدار و مستعد تجزیه می‌باشند و به محصولات ثانویه‌ای نظیر آلدهیدها شکسته می‌شوند. در شکل۱ تغییرات میزان تیوباربیتوریک اسید سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ طی نگهداری در یخ به مدت ۱۶ روز مشاهده می‌شود. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که میزان تیوباربیتوریک اسید تا روز ۸ نگهداری افزایش و پس از آن تا پایان دوره نگهداری کاهش یافته است. در روزهای ۴، ۱۲ و ۱۶ نگهداری تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری در میزان تیوباربیتوریک اسید مشاهده نشد ($p \leq ۰/۰۵$). (Shahidi و Zhong (۲۰۰۵)، Stamman و همکاران (۱۹۹۰) نیز گوشت ماهی به دلیل داشتن مقادیر فرآوان اسیدهای چرب غیراشباع، مستعد واکنش های اکسیداتیو معرفی نموده بودند. در این تحقیق روند افزایشی تیوباربیتوریک اسید تا روز ۸ نگهداری ادامه داشت. این افزایش ممکن است به دلیل آسیب‌های بافتی در طول دوره نگهداری باشد. زیرا آسیب‌های بافتی (عدم پایداری غشاء سلول) سبب می‌گردد تا تماس واکنش‌دهنده‌ها با یکدیگر بیشتر شده، سرعت و شدت انجام واکنش افزایش یابد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). اما در مطالعه حاضر در روز ۱۲ و ۱۶ نگهداری میزان تیوباربیتوریک اسید کاهش پیدا کرد که می‌تواند به دلیل شکست و تجزیه مالون آلدهید به سایر مواد (آلدهیدها و کتون‌ها) باشد (Aubourg *et al*., 1998; Woyewoda *et al*., 1986). در مطالعه بر روی سوریمی ماهی ماکرل نگهداری شده در یخ، نتایج نشان داده است که میزان تیوباربیتوریک اسید تا روز نهم نگهداری افزایش معنی‌داری داشته است، امّا پس از آن کاهش یافته است (Balang *et al*., 2009).

تغییرات بازهای ازته فرار سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ طی نگهداری در یخ به مدت ۱۶ روز در شکل ۲ مشاهده می‌شود. میزان این شاخص در روزهای مختلف نگهداری روند افزایشی داشته است. میزان بازهای ازته فرار در روز صفر نگهداری ۱۳/۰۶ میلی‌گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم نمونه و در روز ۱۶ نگهداری ۲۹/۸ میلی‌گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم نمونه بود ($p \leq ۰/۰۵$). مطابق با نتایج گزارش شده میزان بازهای ازته فرار در روز ۱۲ نگهداری از حد مجاز (۲۵ میلی‌گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم نمونه) خارج شد که نتایج حاصله همسو با نتایج Balang و همکاران (۲۰۰۹) است که با افزایش مدّت زمان نگهداری تجزیه ترکیبات افزایش نیتروژنی را گزارش نموده بودند. شکل‌گیری بازهای ازته فرار عموماً وابسته به رشد میکروب‌هاست و به‌عنوان شاخص فساد بکار برده می‌شود. (Benjakul *et al*., 2002). در ارزیابی کیفیت ماهی ساردین در زمان نگهداری در یخ نتایج مشابهی گزارش شده بود که نشان داد میزان بازهای ازته فرار با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت (Erkan *et al*., 2008).

میزان حلالیت پروتئین سوریمی ماهی فیتوفاگ با افزایش مدت

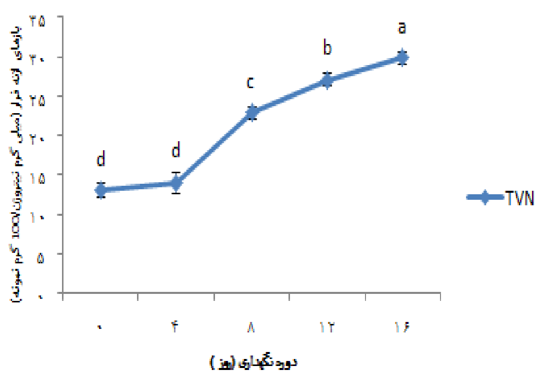
---
1 Moulinex

زمان نگهداری در یخ دارای روند کاهشی بود. در روزهای ۴، ۸ و ۱۲ نگهداری در میزان حلالیت پروتئین سوریمی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p≤ ۰/۰۵) (شکل ۳).



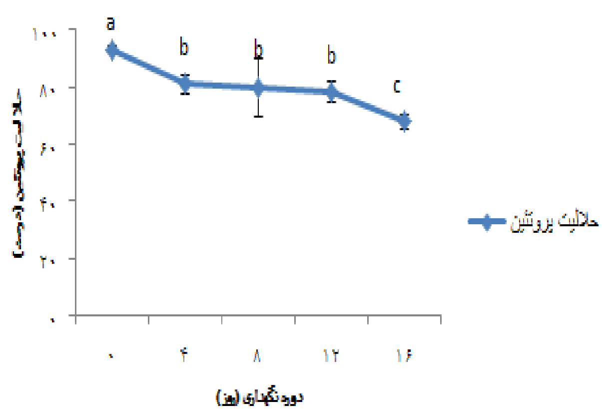
شکل۱- تغییرات میزان تیوباربیتوریک اسید (TBA) سوریمی تهیه شده از فیتوفاگ طی نگهداری در یخ به مدت ۱۶ روز

(a-c) حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵



شکل۲- مقادیر بازهای ازته فرار (TVN) در سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ نگهداری شده در یخ به مدت ۱۶ روز

(a-d) حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵



شکل۳- نمودار مقادیر حلالیت پروتئین در سوریمی تهیه شده از فیتوفاگ نگهداری شده در یخ به مدت ۱۶ روز

(a-c) حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

نتایج حاصل از اندازه‌گیری رطوبت تحت فشار سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ نگهداری شده در یخ در شکل ۴ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که درصد رطوبت تحت فشار سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ طی ۱۶ روز نگهداری در یخ همواره افزایش معنی‌داری را داشته است (p≤ ۰/۰۵). میزان این شاخص از ۱۲/۱۸ در روز صفر به ۳۰/۴۹ در روز ۱۶ افزایش یافت. تفاوت در میزان رطوبت تحت فشار در تمام روزهای نگهداری معنی‌دار بود (p≤۰/۰۵). در این تحقیق میزان رطوبت تحت فشار در کل دوره روند افزایشی داشته است زیرا پروتئین‌های میوفیبریل که مسئول نگهداری آب در بافت می‌باشند، در زمان نگهداری دناتوره شده و در ساختار آن‌ها تغییر ایجاد می‌شود که سبب کاهش ظرفیت نگهداری آب آن‌ها شده و در نتیجه رطوبت تحت فشار افزایش می‌یابد (Smith, 1987). در نتایج Balang و همکاران (۲۰۰۹) بر روی سوریمی تهیه شده از ماهی ماکرل نگهداری شده در یخ نیز نشان داده شده است که میزان رطوبت تحت فشار در طول دوره نگهداری افزایش یافته است.

تغییرات میزان pH در سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ طی مدّت زمان نگهداری در یخ، دامنه‌ای بین ۷/۰۶ تا ۷/۴۱ داشت (شکل ۵). اگرچه دامنه تغییرات در بین روز صفر و روز ۱۶ نگهداری کم و حدود ۰/۳۵ بود، امّا در تمام روزهای نگهداری این تغییرات معنی‌دار بود (p≤ ۰/۰۵). بطور کلی روند تغییرات pH در طی ۱۶ روز نگهداری در یخ، افزایش معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ داشته است. با توجه به نتایج سایر محققین در هنگام تولید سوریمی فرآیند شستشو سبب خارج شدن اسیدهای چرب آزاد، اسیدهای آمینه آزاد و لاکتیک اسید یا دیگر مواد اسیدی محلول در آب می‌شود که می‌تواند دلیلی برای بالا بودن pH سوریمی باشد (Suvanich *et al.*, 2000). در مطالعه حاضر مقدار این شاخص در طول دوره نگهداری افزایش پیدا کرد. افزایش pH در طول دوره نگهداری را می‌توان به علت افزایش بازهای ازته فرار که توسط فعالیت آنزیم‌های باکتریایی و آنزیم‌های درونی ماهی تولید می شود، نسبت داد (Benjakul *et al.*, 2002 & 2003; Riebroy *et al.*, 2009). Etemadian و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی فیله‌های ماهی سفید نگهداری شده در یخ، روند افزایشی pH را در طی نگهداری گزارش دادند که با نتایج این پژوهش همخوانی و مطابقت دارد.



شکل ٤- نمودار مقادیر رطوبت تحت فشار در سوریمی تهیه شده فیتوفاگ نگهداری شده در یخ به مدت ١٦ روز

(a-e) حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

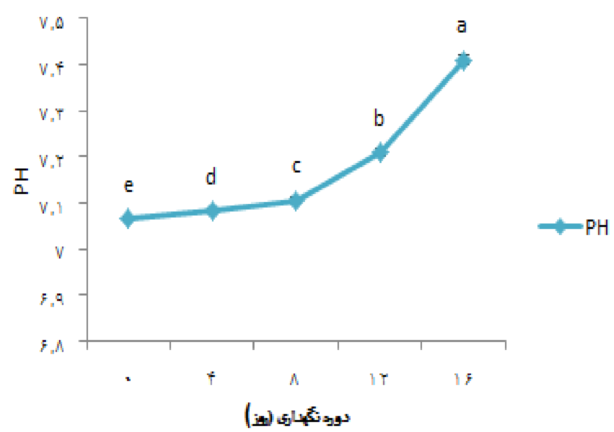
میزان سفیدی یکی از فاکتورهای تعیین‌کننده کیفیت سوریمی است. نتایج گزارش شده میزان این شاخص را بین ۸۴/۴ تا ۷۳/۷ نشان می‌دهد که بیانگر تغییرات میزان سفیدی در سوریمی تهیه شده از فیتوفاگ نگهداری شده در یخ به مدّت ۱۶ روز بود (شکل ۶). با توجه به آزمون‌های آماری میزان سفیدی نمونه‌های سوریمی، کاهش معنی‌داری را داشته است (p≤ ۰/۰۵). از روز ۸ تا ۱۲ نگهداری در میزان سفیدی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد در مطالعه حاضر میزان سفیدی با گذشت زمان نگهداری کاهش یافت. زیرا در هنگام یخ‌گذاری، رنگدانه‌ها خصوصاً میوگلوبین و هموگلوبین اکسیده می-شوند. این مواد اکسید شده با پروتئین‌ها پیوند برقرار کرده و نمی‌توانند در هنگام شستشو خارج شوند. بنابراین سوریمی تهیه شده از ماهی که مدّت زمان بیشتری در یخ مانده است، دارای سفیدی کم‌تری است. نتایج بررسی‌های قبلی نیز نشان می‌دهد با گذشت زمان نگهداری ماهی خون و مایعات اندام‌های داخلی، بطور کامل در ماهیچه نفوذ می‌کنند به خصوص زمانی که در اثر اتولیز ساختار ماهیچه‌ها از بین رفته باشد. بنابراین با افزایش زمان نگهداری میزان سفیدی کاهش می‌یابد (Haard *et al.*, 1994). Balang و همکاران (۲۰۰۹) نیز در بررسی سوریمی ماهی ماکرل نگهداری شده در یخ، روند کاهشی میزان سفیدی را گزارش کردند که موید نتایج این پژوهش است.

آزمون قابلیت تا شدن از مهمترین تست‌ها برای بررسی میزان

الاستیته ژل است. نتایج گزارش شده در مورد امتیاز کیفی قابلیت تا شدن سوریمی ماهی فیتوفاگ با افزایش مدّت زمان نگهداری در یخ کاهش یافت و از امتیاز AA در روز صفر به امتیاز C در روز ۱۶ نگهداری رسید (جدول ۱) (p≤ ۰/۰۵). در مطالعه حاضر امتیاز تا پذیری ژل ماهی فیتوفاگ از درجه کیفی AA در روز صفر به درجه کیفی C در پایان دوره نگهداری کاهش یافت. عملکرد پروتئین‌های عضلات، کاملاً به سالم بودن پروتئین وابسته بوده و بدین ترتیب تغییر ماهیت و کیفیت پروتئین در کاهش توانایی‌های آن‌ها برای انجام وظایف سهم مهمی دارد (Benjakul, 2003). از طرفی با گذشت زمان نگهداری پروتئین‌ها دناتوره شده و بنابراین توانایی تشکیل ژل آن ها کاهش می‌یابد. نتایج مطالعات بر روی سوریمی ماهی کپور نقره‌ای نیز به هنگام نگهداری در فریزر، نشان داده است که تاپذیری ژل ماهی کپور نقره‌ای از درجه کیفی AA به A و C در ماه سوم نگهداری کاهش می‌یابد که با نتایج این پژوهش هم جهت است (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۱).

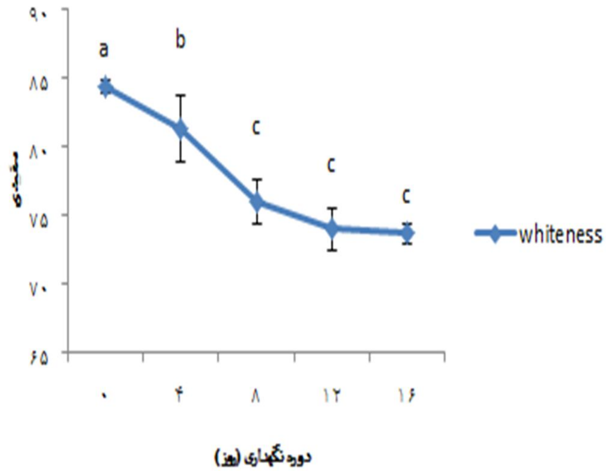
از جمله مهم‌ترین تغییراتی که در ماهی و دیگر آبزیان مشاهده می‌شود، تغییرات میکروبی است که به کمک آنزیم‌ها صورت گرفته و در نهایت نیز منجر به فساد می‌شود. بنابراین شمارش باکتری‌ها می‌-تواند به‌عنوان یک شاخص کیفی مهم محسوب گردد فساد میکروبی سوریمی ماهی فیتوفاگ با اندازه‌گیری بار باکتریایی کل و بار باکتریایی سرمادوست مشخص گردید. با افزایش مدّت زمان نگهداری ماهی فیتوفاگ در یخ بار باکتریایی کل و بار باکتریایی سرمادوست افزایش یافت. بطوری که کم‌ترین مقدار را در روز صفر و بیشترین مقدار را در روز ۱۶ نگهداری نشان دادند (p≤ ۰/۰۵) (شکل ۷ و۸) (Suvanich *et al*., 2000; Sikroski, 1990). افزایش بار باکتریایی کل در گوشت ماهی در طول نگهداری ثابت شده است (اجاق و همکاران، ۱۳۹۰; Fan *et al* 2009). در این بررسی نیز الگوی رشد هر دو گروه باکتری‌های کل و سرمادوست مورد مطالعه در کل دوره، روند افزایشی داشت و در روز ۱۲ نگهداری بار باکتریایی کل و سرمادوست به ترتیب به ۷/۳۴ $\log_{10}$ cfu/g و ۷/۰۹ $\log_{10}$ cfu/g رسید که از حد مجاز اعلام شده بالاتر بود. مقادیر بار باکتریایی کل در ماهی سی باس کامل و فیله شده با گذشت زمان نگهداری در یخ افزایش یافت و در سی باس کامل از روز ۱۴ نگهداری و در فیله سی باس از روز ۱۰ نگهداری از حد مجاز خارج شد (Taliadourou *et al*., 2003).

آنالیز آماری داده‌های حاصل از ارزیابی حسی سوریمی ماهی فیتوفاگ طی ۱۶ روز نگهداری در یخ نشان داد که با افزایش مدّت زمان نگهداری در یخ، امتیاز کیفی فاکتورهای مورد بررسی (طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی) کاهش می‌یابد و امتیاز کلیه آنها از روز ۱۲ نگهداری به امتیاز کم تر از ۳ رسید (شکل ۹). بسیاری از محققان ارزیابی حسی را به‌عنوان روشی مناسب برای برآورد عمر ماندگاری فرآورده‌های دریایی طی دوره نگهداری معرفی نموده‌اند (Aubourg *et al*., 2002; Namulema *et al*., 1999; Tomas & Mathen, 1995). در مطالعه حاضر حد نهایی مطلوبیت برای نمونه‌های سوریمی جهت مصرف انسانی تا امتیاز ۳ در نظر گرفته شد. نتایج بررسی‌های ارگانولپتیک سوریمی، توسط گروه پانل برای بررسی مدّت ماندگاری آن‌ها و تغییرات کیفی آن ها در طی ۱۶ روز نگهداری در یخ نشان داد که کلیه شاخص‌های حسی نمونه‌ها (طعم، بو، رنگ، پذیرش کلی) از روز ۱۲ نگهداری به درجه عدم مقبولیت رسیدند. این نتیجه با نتایج حاصل از آزمایشات میکروبی منطبق بود. Siddaiah و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که امتیاز کیفی ظاهر، بو و بافت گوشت چرخ شده ماهی کپور نقره‌ای با افزایش نگهداری در سردخانه کاهش می یابد که هم جهت و موید نتایج این پژوهش است.



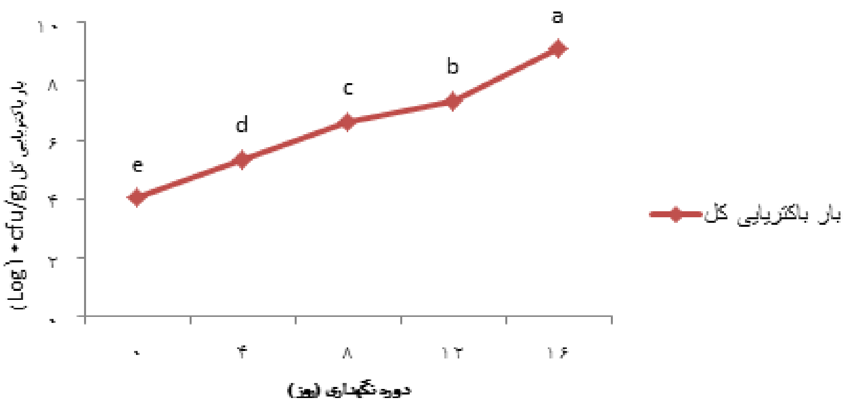
شکل ۵- نمودار مقادیر pH (pH) در سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ نگهداری شده در یخ به مدت ۱۶ روز

(a-d) حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵



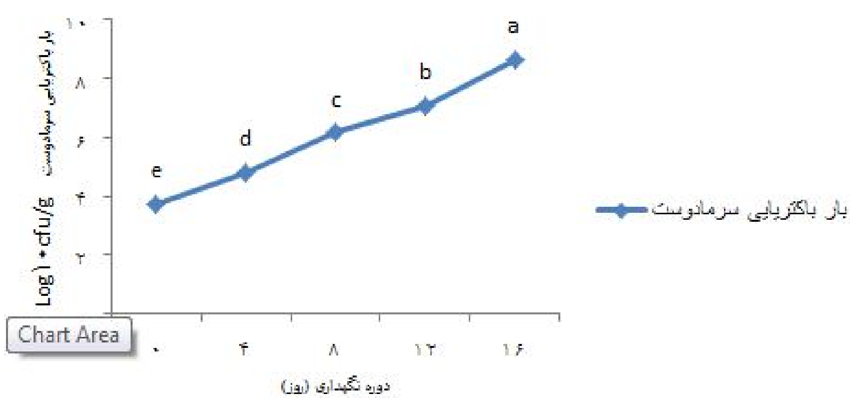
شکل ٦- نمودار مقادیر سفیدی در سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ نگهداری شده در یخ به مدت ١٦ روز

(a-c) حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵



شکل ۷- نمودار تغییرات بار باکتریایی کل سوریمی تهیه شده از فیتوفاگ طی نگهداری در یخ به مدت ١٦ روز

(a-e) حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵



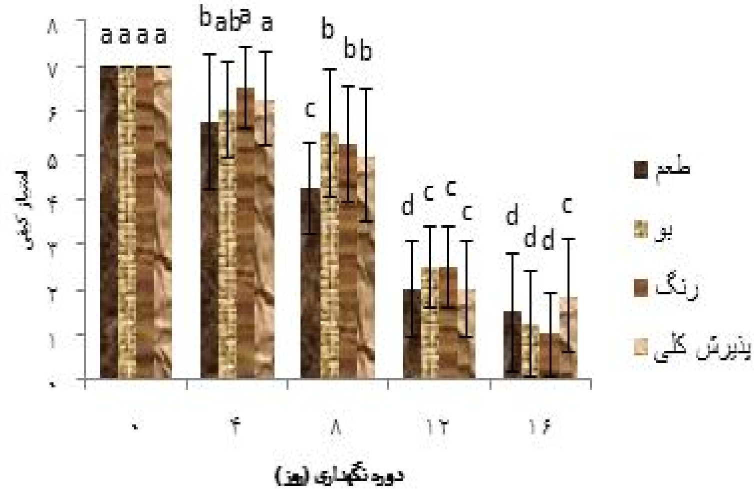
شکل ۸- نمودار تغییرات بار باکتریایی سرمادوست سوریمی تهیه شده از فیتوفاگ طی نگهداری در یخ به مدت ١٦روز

(a-e) حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

جدول ۱- نتایج تست تاشدگی سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ نگهداری شده در یخ به مدت ١٦ روز

	زمان نگهداری (روز)				
شاخص حسی	۰	٤	۸	۱۲	١٦
(قابلیت تاپذیری)	AA	AA	A	B	C

* نمونه‌های سوریمی در صورت دو بار تا شدن بدون هیچ‌گونه ترک یا شکستگی کیفیت AA با امتیاز ۵، یک بار تا شدن کیفیت A با امتیاز ۴، شکسته شدن تدریجی ژل پس از تا شدن کیفیت B با امتیاز ۳، شکسته شدن ژل به دو قسمت کیفیت C با امتیاز ۲ و خرد شدن ژل با فشار انگشتان بدون تا کردن کیفیت D با امتیاز ۱



شکل ۹- مقادیر ارزیابی حسی سوریمی تهیه شده از ماهی فیتوفاگ نگهداری شده در یخ به مدت ١٦ روز
(a-d) حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان دادند که با افزایش مدّت زمان نگهداری ماهی فیتوفاگ در یخ میزان بازهای ازته فرار، تیوباربیتوریک اسید، رطوبت تحت فشار، pH، بار باکتریایی کل و بار باکتریایی سرمادوست بطور معنی‌داری افزایش یافت. امّا میزان حلالیت پروتئین، سفیدی و قابلیت تا شدن طی مدّت زمان نگهداری دارای روند نزولی بود. بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی حسی با افزایش مدّت زمان نگهداری امتیاز کیفی شاخص‌های حسی مورد بررسی (طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی) کاهش یافت. نتایج آنالیزهای حسی و میکروبی بیانگر این بود که مدّت ماندگاری ماهی فیتوفاگ در یخ برای تولید سوریمی مناسب ۸ روز است.

منابع

اجاق، س. م.، ۱۳۸۹، تاثیر استفاده از پوشش نگهدارنده کیتوزان غنی شده با اسانس دارچین بر کیفیت و ماندگاری فیله سرد شده ماهی قزل-آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پایان‌نامه دکتری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۰۵ ص.

جلیلی، س. ح. و همرنگ امشی، ع.، ۱۳۹۰، تغییرات فیزیکی، شیمیایی و کیفیت حسی ماهی کپور نقره ای (*Hypophthalmichthys molitrix*). مجله علمی شیلات ایران. دوره ۳. صفحات ۴۴-۳۳.

رضوی شیرازی، ح.، ۱۳۸۰، تکنولوژی فرآورده های دریایی- علم فرآوری (۲)، انتشارات نقش مهر، ۲۹۲ ص.

شعبان پور، ب.، شعبانی، ع.، معینی، س.، حامدی، م. و پورکبیره، م.، ۱۳۸۵، اثر شرایط مختلف شستشو بر ترکیب شیمیایی و خواص تولید ژل سوریمی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauli formis*). مجله پژوهش و سازندگی. دوره ۷۲ صفحات ۹۲-۸۴.

شعبان پور، ب.، اصغرزاده، ا.، حسینی، ه. و عباسی، م.، ۱۳۸۶، تغییرات کیفیت چربی سوریمی ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys*

(*molitrix*) در زمان نگهداری به صورت منجمد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد دوره ۱۵. شماره ۱ صفحات ۴۵-۳۲.

شویک لو، ع.، ۱۳۷۶، راهنمای تولید سوسیس و کالباس ماهی. معاونت صید و صنایع شیلاتی، ۷۸ ص.

عادلی، ا.، ۱۳۸۶، اصول بازاریابی و بسته‌بندی آبزیان، انتشارات تهران بینهایت، ۵ .

Aubourg, S. P., Lehmann, I., & Gallardo, J. M. 2002. Effect of previos chilled storage on rancidity development in frozen horse mackrele (Trachurus trachurus). *Science of food & Agriculture*. 82, 1764-1771.

Balang, A. K., Benjakul, S. & Maqsood, S. 2009. Gel strengthening effect of wood extract on surimi producsed from mackerel stored in ice. *Food science*. 8, 619-627.

Barrera, A. M., Ramirez, J. A., Gonzalez-Cabriiales, J. J. & Vazquez, M. 2002. Effect of pectins on the gelling properties of surimi from silver carp. *Food hydrocolloids*. 16,441-447.

Benjakul, S., Chanatarasuwan, C. & Visessanguan, T., 2003, Effect of medium temperature setting on gellation characteristics of surimi from tropical fish, Food *chemistry*, 82: 567-574.

Benjakul, S., Visessanguan, w., Riebroy, S., Ishizaki, S. & Tanaka, M. 2002. Gel-forming properties of surimi produced from bigeye snapper, Pricanthus tayenus & Pmacracanthus, stored in ice. *Science of food & Agriculture*. 82, 1442-1451.

Erkan, N. & Ozden, O. 2008. Quality assessment of whole & gutted sadines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *Food science & tecknology*. 43, 1549-1559.

Etemadian, Y., Shabanpour, B., Sadeghi, Mahoonak A.R., Shabani, A. & Alami, M. 2011. Cryoprotective effects of polyphosphates on Rutilus frisii kutum fillets during ice storage. *Food chemistry*. 129, 1544-1551.

Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y. & Chi, Y. 2009. Effects of chitosan coating on quality & shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry*. 115, 66–70.

Goulas, A. E. & Kontominas, M. G. 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging & oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (Sparus aurata): Biochemical & sensory attributes. *Food chemistry*. 100(1), 287–296.

Haard, N.F., Simpson, B.K. & Sikorski, Z.E. 1994. Biotechnological applications of seafood proteins & other nitrogenous compounds. *Seafood Proteins*. 13,194-216.

Jafarpour, A. & Gorczyca, E. M. 2008. Alternative techniqes for producing a quality surimi& kamaboko from common carp (*Cyprinus carpio*). *Food Science*. 9, 415-424.

Kristinsson, H., Theodore, A. E., Demir, N. & Ingadottir, B. 2005. A comparative study between acid- & alkali-aided processing& surimi processing for the recovery of proteins from Channel catfish muscle. *Food science*. 4, 298–306.

Kristinsson, H. & Liang, Y. 2006. Effect of pH-shift processing & surimi processing on Atlantic croaker (Micropogonias undulates) muscle proteins. *Food Science*. 5, 304–312.

Lanier, T.C. 1992. Measurement of surimi composition & functional properties. pp: 123-163. In: Surimi Technology. Eds., Lanier, T C. & Lee, C.M., Marcel Dekker, Inc., *New York*.

Luo, Y., Shen, H., Pan, D. & Bu, G. 2008. Gel properties of surimi from silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) as affected by heat treatmentan soyprosolate. *Food hydrocolloids*. 22, 1513-1519.

Namulema A., Muyonga J.H. & Kaaya A. N. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (Lates niloticus) stored at -13 & -27c˙. *Food research international*. 32,151-156.

Phatcharat, S., Benjakul, S. & Visessanguan, W. 2006. Effect of washing with oxidising agents on the gel forming ability & physicochemical properties of surimi produced from bigeye snapper (Pricanthus tayenus). *Food Chemistry.* 98, 431-439.

Rawdkuen, S., Sai-ut, S., Khamsorn, S., Chaijan M. & Benjakul, S. 2009. Biochemical & gelling properties of tilapia surimi & protein recovered using an acid-alkaline process. *Food Chemistry*. 112, 112-119.

Riebroy, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. & Tanaka, M. 2007. Effect of iced storage of bigeye snapper (Priacanthus tayenus) on the chemical composition, properties & acceptability of Som-fug, a fermented Thai fish mince. *Food Chemistry*. 102, 270-280.

Sallam, K. I. 2007. Antimicrobial & antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, & sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food control*. 18 566–575.

Siddaiah, D., Vidya Sagar Reddy, G., Raju, C.V. & Ch&rasekhar, T. C. 2001. Change in lipids, proteins & Kamaboko forming ability of Silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) mince during frozen storage. *Food Research International*. 34, 47-53.

Siripatrawan U. & Noipha S. 2012. Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. *Food hydrocolloids*. 27, 102-108.

Sikorski, Z., Kolakowska, A. & Burt, J.R. 1990. Postharvest biochemical & microbialchanges, In: Sikorski ZE, editor. Seafood: resources, nutritional composition & preservation, Boca Raton, Fla.: *CRC Press*. 55–7.

Shahidi, F. & Zhong, Y. 2005. Lipid oxidation: measurement methods (6th Ed.), Memorial University of Newfoundl&, Canada. 357-385.

Smith, D.M. 1987. Functional & biochemical changes in deboned turkey due to frozen storage & lipid oxidation. *Food Science*. 52, 22-27.

Stamman, K., Gerdes D. & Caporaso F. 1990. Modified atmosphere packaging of seafood. Food Science. 29, 301–31.

Sultanbawa, Y. & Li-Chan, E.C.Y. 1998. Cryoprotective effects of sugar & polyol blends in lingcod surimi during frozen storage. *Food Research International*. 2, 87-98.

Suvanich, V., Jahncke, M. L. & Marshall, D.L. 2000. Changes selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill & frozen storage. *Food Science*. 1, 24-29.

Taliadourou, D., Papadopoulos, V., Domvridou, E., Savvaidis, L.N. & Kontominas, M.G. 2003. Microbiological, chemical & sensory changes of whole & filleted Mediterranean aquacultured sea bass (Dicentrarchus labrax) stored in ice. *Science of food & Agriculture*. 83, 1373-1379.

Tomas, F. & Mathen, C. 1995. Effect of delay in icing on quality & shelf life of fish in India. *Fishery technology*. 2, 93-98.

Woyewoda, A. D., Shaw, S. J., Ke, P. J. & Burns, B. G. 1986. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. *Canadian technical report of fish & aquatic science*. 1448p.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 1, Apr. May. 2017, p. 202- 213

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۳،شماره۱، فروردین-اردیبهشت ۱۳۹۶ ص.۲۱۳-۲۰۲

Brief report

Study the quality of silver carp (*Hypophthalmichtys molitrix*) Surimi during the ice storage.

B. Shabanpour[1*], M. Neirizi[2], Z. Noori Hashemabad[3]

Received: 2014.10.10
Accepted: 2015.03.16

Introduction: Surimi is one of the procedures that nowadays it is suggested to increase the consumption of fish such as silver carp (Shabanpour et al., 2008). Surimi is washed and minced fish meat myofibrillar concentration of proteins, this would wash out most of the soluble material in surimi (Sultanbawa & Li- chan, 1998). Raw fish freshness and quality of the most important factors affecting the quality surimi (Phatcharat et al., 2006). Low-temperature storage, especially storage in ice, one of the most suitable criteria for refrigeration methods and maintain the quality of fish (Benjakul et al., 2002), although changes in chemical, biological and physical on the ice completely stopped when maintenance is not are (Benjakul et al., 2003; Riebroy et al., 2007). The aim of this study was to evaluate the maximum duration of storage of silver carp in ice for surimi production with high quality and efficacy during storage on the quality of surimi made from these fish when kept in ice.

Materials and methods: Silver carp ((Hypophthalmichthys molitrix fish at intervals of 0, 4, 8, 12 and 16 days after initial preparations into surimi process and the assessments of microbial (bacterial load and total bacterial load of cool), chemical and sensory respectively.

Chemical experiments:
Thiobarbituric acid method Siripatrawa and Noipha (2012), volatile nitrogen bases by Goulas and Kontominas (2005), protein solubility and humidity values of pressure Rawdkuen et al (2009), pH Suvanich method and colleagues (2000). White index by Kristinsson et al (2005) using a colorimeter Lovibond CAMsystem500 model model was calculated and determined.

Measuring the properties of gel production:
Preparation Gel by (Jafarpour & Gorczyca, 2008) and evaluation gel by (Lanier, 1992) were done .

Microbial testing of samples was done according to (Sallam, 2007)

Sensory analysis of samples:
To assess quality parameters include color, odor, taste and overall acceptance of samples of hedonic scale (slightly modified) was used. In order to test a panel group consisted of 10 people consisted of very good quality Grdydstvh use with a score of 7, well with a score of 5, acceptable with a score of 3, bad and very bad rating with a score of 0 is 1 (Shabanpour and et al., 1386.(

Data analysis:
The results of ANOVA using SPSS 16 software analysis and comparison of data using Duncan's multiple range test was 0/05 Sensory evaluation and analysis of non-parametric Mann-Whitney U test was used to test.

Results and Discussion: The research results showed that the solubility of proteins soluble salt (because ice crystals formed during cold storage the concentration of mineral salts in muscle cells increases), protein solubility, chemical indicators, microbial and sensory surimi (Due to raw materials oxidation (hydroperoxides) secondary unstable and prone to decomposition products such as aldehydes), White indicator, the ability to get qualitative rating factors evaluated (taste, odor, color and overall acceptability) negative trend and Percent moisture (Because denaturation of proteins myofibrils), microbial changes, changes in pH (Due to volatile

1, 2 and 3- Professor, MSc Student and PhD Student, Sea food processing, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. Iran.
(*Corresponding author: b_shabanpour@yahoo.com)

nitrogen bases), changes in the volatile nitrogen bases (Due to microbial growth) and TBA (Because tissue damages) has increased .

Sensory and microbiological analysis results showed that the shelf life of silver carp in ice for surimi production is suitable for 8 days.

Keywords: Surimi, Silver carp, Ice storage, Quality change, Shelf life.